

Multiple encapsulation of phosphor-LED devices

Patent Number: US5959316
Publication date: 1999-09-28
Inventor(s): LOWERY CHRISTOPHER HAYDN (US)
Applicant(s): HEWLETT PACKARD CO (US)
Requested Patent: ☐ US5959316
Application Number: US19980144744 19980901
Priority Number(s): US19980144744 19980901
IPC Classification: H01L33/00
EC Classification: H01L33/00B3B
Equivalents: ☐ DE19919381, ☐ GB2341274, ☐ JP2000077723 /

Abstract

A semiconductor device has a light-emitting diode covered by a transparent spacer which separates the LED from a uniformly thick fluorescent material containing layer such that there is a more uniform lighting of the fluorescent material containing layer to provide a uniform white light.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-77723

(P 2000-77723A)

(43) 公開日 平成12年3月14日(2000. 3. 14)

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

N

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L

(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-241901

(22) 出願日 平成11年8月27日(1999. 8. 27)

(31) 優先権主張番号 144, 744

(32) 優先日 平成10年9月1日(1998. 9. 1)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 398038580

ヒューレット・パカード・カンパニー

HEWLETT-PACKARD COM-
PANY

アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル
ト ハノーバー・ストリート 3000

(72) 発明者 クリストファー・ハイドン・ロウリー

アメリカ合衆国カリフォルニア州フレモン
ト ラ・プリシマ・ウェイ 40570

(74) 代理人 100078053

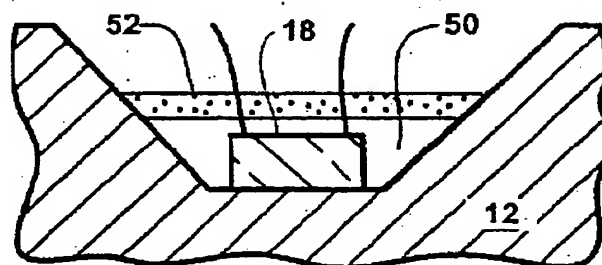
弁理士 上野 英夫

(54) 【発明の名称】 発光半導体を備えた半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 一定して均一な白色光を生じる白色光LEDを得る。

【解決手段】 透明スペーサによって、LEDを蛍光材料から分離する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】半導体装置であって、

発光半導体と、
前記発光半導体のまわりに配置された透明スペーサと、
前記発光半導体及び前記透明スペーサの上に配置された
蛍光材料を含む層と、
前記発光半導体に接続されて、前記発光半導体に付勢
し、発光させる入力端子とを有する半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般に、発光ダイ
オードに関するものであり、とりわけ、蛍光材料(fluor
escent material)を利用する発光ダイオードに関するも
のである。

【0002】

【従来の技術】現在、青色の発光ダイオードすなわち L
ED は、白色光を放出する LED デバイスを得るため、
蛍光材料と組み合わせて用いられている。白色光は、一
般に、波長が 400~600 ナノメートル (nm) の範
囲にわたって均一であるが、赤色、青色、及び、緑色の
組み合わせとして生じる光は、やはり白色に見える。L
ED にインジウム・ガリウム窒化物を用いることによっ
て、強い青色光を生じることが可能である。一般に、よ
り強度の低い赤色及び緑色光、及び、より強度の高い青
色光を発生する蛍光物質(phosphor)を用いることによっ
て、白色に見える強い光を発生することが可能である。
基本的に、470 nm の青色光の大部分は、蛍光材料中
の蛍光物質にぶつかって、アップシフトされ(up-shifte
d)、二次緑色及び赤色光が、蛍光物質を通して脱出する
残りの青色光を補うことになる。これによって、人間の
目に白色に見える光の最終的組み合わせが得られる。

【0003】あいにく、青色 LED 上に層をなす蛍光材
料を利用する従来のアプローチでは、明るい白色の中心
部が、黄色の環状リング、それに続く青色の環状リン
グ、それに続く黄色の最終環状リングで包囲された、L
ED が得られることが分かっている。これらの環状リン
グは、必ずしも、LED 毎に予測可能に生じるとは限ら
ないので、比較的均一な白色光を生じる LED もあれ
ば、環状リングに変動を生じる LED もある。

【0004】これらのリングの原因を確認するのは困難
であり、従って、この問題を解決する方法を決定するの
は困難であった。顧客は、白色からの偏差(逸脱)を L
ED の欠陥とみなすので、品質管理において、多数の L
ED を廃棄しなければならない。

【0005】以上の問題は、LED ランプ並びに表面実
装(surface-mount) LED 灯の両方に生じる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上述
の問題点を解決し、一定して均一な白色光 LED が得ら
れるようにすることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本半導体灯は、透明スペ
ーサによって被われた発光ダイオードを備えている。蛍
光材料がより均一に照明されて、一定して均一な白色光
LED が得られるように、透明スペーサによって、LED
が蛍光材料から分離されている。これによって、黄色
及び/または青色光を放出する、白色半導体灯に関する
前者の問題が解消される。

【0008】本発明の利点については、当該技術者に
10 は、添付の図面と関連づけて考察すれば、以下の詳細な
説明を読むことによって明らかになるであろう。

【0009】

【発明の実施の形態】次に、図 1 (先行技術) を参照す
ると、発光ダイオード(LED)・ランプが示されてい
る。LED ランプ 10 は、LED ランプ 10 に電力を供
給する第 1 と第 2 の端子、または、リード・フレーム 1
2 及び 14 を備えている。リード・フレーム 12 は、L
ED 18 が配置された凹型反射領域 16 を備えている。
LED は、透明なサファイア基板上的のインジウムをドー
プした(indium-doped)窒化ガリウムのエピタキシャル層
から造られている。適正な順電圧での直流電流によって
作動させると、インジウムをドープした窒化ガリウムの
LED の上部表面には、波長が約 470 nm の青色光が
生じる。

【0010】LED 18 は、ワイヤ・ボンド 20 によっ
てリード・フレーム 12 に接続され、ワイヤ・ボンド 2
2 によってリード・フレーム 14 に接続されている。L
ED 18 上には蛍光材料 24 の層が配置されている。蛍
光材料 24 は、一般に、YAG/Gd : Ce 蛍光物質の
粒子を含む透明なエポキシ樹脂である。アセンブリ全体
が、透明なカプセル封止(encapsulation)エポキシ樹脂
26 に埋め込まれている。

【0011】図 1 (先行技術) には、環状青色リングの
光線を表した矢印 28 及び 30 も示されている。矢印 3
2 及び 34 は、外側環状リングの光線を表し、矢印 36
及び 38 は、内側黄色環状リングを表している。

【0012】次に図 2 (先行技術) を参照すると、LE
D 18 を保持するカップを形成する反射部分 16 を備え
た、リード・フレーム 12 が示されている。薄い領域 4
0 及び 42 とより厚い領域 44 を備えた蛍光材料 24 の
層が、さらに拡大して示されている。簡略化のため、最
最終的なカプセル封止エポキシ樹脂 26 は示されていな
い。

【0013】次に図 3 を参照すると、LED 18 を保持
するリフレクタ 16 を備えたリード・フレーム 12 が示
されている。先行技術と同様の部品は、同じ番号で示さ
れている。LED 18 をカプセル封止する透明なスペー
サ 50 が示されており、透明スペーサ 50 よりある高さ
だけ上方に配置された蛍光材料 52 が示されている。最
50 最終的なカプセル封止エポキシ樹脂 26 は、簡略化のため

示されていない。

【0014】次に図4を参照すると、表面実装装置の装置基板62に配置された表面実装LED灯60が示されている。LED60が、透明スペーサ64にカプセル封止されており、透明スペーサ64は、さらに、蛍光材料の層66及び最終的な透明カプセル封止層68によって被われている。

【0015】動作時、図1のLEDランプ10（先行技術）は、LEDのどの部分がp接合で、どの部分がn接合であるかに従って、リード・フレーム12または14に電力が給与される。電力が給与されると、LED18の上部は、強い青色光を放出する。領域44に、適正な厚さの蛍光材料が与えられると、約470nmの青色光と、それぞれ、500nmと550nmの緑色及び赤色蛍光が適正に組み合わせられて、白色光が生じることになる。

【0016】図2（先行技術）に示す領域40及び42において、蛍光材料の層が比較的薄い場合、蛍光物質からの光の影響が不十分であるため、青色光は、一般に、光線のライン28及び30に沿って青色環状リングを生じることになる。環状青色リングの内側及び外側には、光線32及び34と光線36及び38による黄色環状リングが生じるが、この場合、蛍光物質は光の一部に影響を及ぼすものの、均一な白色光を生じさせるには不十分である。

【0017】LED18上の材料24の表面張力によって、LED18のコーナに近い領域40及び42の厚さから、LEDの中心の上方における領域44の厚さに及ぶ、さまざまな厚さの領域が生じる。この結果、青色光の不均一な再放射及び前述の環状リングが生じる。これは、蛍光材料24の層が、LED18の上及びまわりに配置されている場合に固有のように思われる。

【0018】図3に示す本発明の場合、LED18の上及びまわりに透明スペーサ50を堆積させ、LED18からほぼ均一な厚さの蛍光材料の層52を分離することによって、環状リングが排除されることが確認された。また、蛍光材料の層52がLEDの上方で均一な厚さになるように、透明スペーサ50とLED18の上部をちょうど同じ高さにすることも可能であり、これによって、やはりこの問題が解消されることが確認されている。しかし、この後者のアプローチは、円錐状反射領域16によって形成されるカップにおける透明スペーサ50のより慎重な体積配分が必要とされる。

【0019】図4に示す表面実装LED灯の場合、表面張力（LED18のサイズでは、重力に比べて大きい）と粘性の組み合わせを利用して、半球形一杯分の透明な紫外線（UV）硬化樹脂をLED18の上に滴下させ、透明スペーサ60を形成することが可能である。この樹脂は、全てのコーナを被覆し、その後、UV光を利用して硬化させられる。これに、やはり、粘性のUV硬化樹

脂である、蛍光材料の層66が後続する。透明スペーサ64の堆積によって、液滴としての半球が生じ、次に、蛍光材料の層66が流れて、透明スペーサ64の半球形状と同じ形状になり、最終カプセル封止68及び硬化の前に、硬化する。蛍光材料の層66は、厚さが均一になるので、環状リングの問題は生じない。

【0020】熱硬化性による粘性が通常の滴下では、小さいサイズにもかかわらず、ほとんどの樹脂、通常エポキシ、がLED18から流れ出てしまうので、UV硬化のような高速硬化を行うことが必要になる。その後で、最終カプセル封止層68を堆積させることが可能になる。

【0021】特定の最良の態様に関連して、本発明の解説を行ってきたが、もちろん、当該技術者には、以上の説明に鑑みて、多くの代替、修正、及び、変更案が明らかになるであろう。従って、それは、付属の請求項の精神及び範囲内にあるこうした全ての代替、修正、及び、変更案を包含することを意図したものである。本明細書に記載され、添付の図面に示された全ての事項は、例証を意味するものであって、制限を意味するものではないと解釈すべきである。

【0022】以上、本発明の実施例について詳述したが、以下、本発明の各実施態様の例を示す。

【0023】（実施態様1）半導体装置であって、発光半導体（18、60）と、前記発光半導体（18、60）のまわりに配置された透明スペーサ（50、64）と、前記発光半導体（18、60）及び前記透明スペーサ（50、64）の上に配置された蛍光材料を含む層（52、66）と、前記発光半導体（18、60）に接続されて、前記発光半導体に付勢し、発光させる入力端子（12、14、62）とを有する半導体装置。

【0024】（実施態様2）前記透明スペーサ（50、64）が、前記発光半導体（18、60）の上に配置されることと、前記蛍光材料を含む層（52、66）が、前記透明スペーサ（50、64）によって、前記発光半導体（18、60）から間隔を空けて配置されることを特徴とする、実施態様1に記載の半導体装置。

【0025】（実施態様3）前記蛍光材料を含む層（66、52）の上に配置された保護層（68、26）が含まれることを特徴とする、実施態様1に記載の半導体装置。

【0026】（実施態様4）前記入力端子（12）の1つが、前記発光半導体（18）のリフレクタ（16）を形成することを特徴とする、実施態様1に記載の半導体装置。

【0027】（実施態様5）前記発光半導体（18、60）が、前記蛍光材料を含む層（52、66）によって部分的に別の波長に変換され、所定の波長の光を放出することを特徴とする、実施態様1に記載の半導体装置。

【0028】（実施態様6）前記発光半導体（18、6

0) が、青色光を放出することと、前記蛍光材料を含む層(52、66)に、前記青色光の大部分に反応して、前記青色光の残りの部分と結合可能な光を発生し、それによって白色光が得られるようにする蛍光物質が含まれていることを特徴とする実施態様1に記載の半導体装置。

【0029】(実施態様7) 半導体装置であって、発光ダイオードと、前記発光ダイオードのまわりに配置された透明なカプセル封止樹脂と、前記発光ダイオード及び前記透明なカプセル封止樹脂の上に配置された蛍光材料を含む樹脂と、前記発光ダイオードに接続されて、前記発光ダイオードに付勢し、発光させる入力端子とを有する半導体装置。

【0030】(実施態様8) 前記透明なカプセル封止樹脂が、前記発光ダイオードの上に配置されることと、前記蛍光材料を含む前記樹脂が、前記透明なカプセル封止樹脂によって、前記発光ダイオードから間隔をあけて配置されることと、前記蛍光材料を含む前記樹脂が、ほぼ均一な厚さであることとを特徴とする、実施態様7に記載の半導体装置。

【0031】(実施態様9) 前記蛍光材料を含む前記樹脂の上に配置された保護樹脂層が含まれることを特徴とする、実施態様7に記載の半導体装置。

【0032】(実施態様10) 前記入力端子の1つが、前記発光ダイオード用のリフレクタ、及び、前記樹脂用のカップを形成することを特徴とする、実施態様7に記載の半導体装置。

【0033】(実施態様11) 前記発光ダイオードを配置し、前記樹脂を滴下した装置基板が含まれていることを特徴とする、実施態様7に記載の半導体装置。

【0034】(実施態様12) 前記発光ダイオードが、前記蛍光材料によって部分的に別の波長に変換されて、均一な白色光を生じることになる、所定の波長の光を放出することを特徴とする、実施態様7に記載の半導体装置。

【0035】(実施態様13) 前記発光ダイオードが、青色光を放出することと、前記蛍光材料に、前記青色光に反応して、緑色光を生じる第1の蛍光物質と、前記青色光に反応して、赤色光を生じる第2の蛍光物質が含まれていることと、前記蛍光材料が、それを通る前記青色光、及び、それから放出される前記赤色及び前記緑色光から白に見える光を生じることとを特徴とする、実施態様7に記載の半導体装置。

【0036】(実施態様14) 半導体装置であって、サファイア基板と、前記サファイア層の上に配置されて、発光ダイオードを形成する、インジウムをドーブした窒化ガリウムのエピタキシャル層と、前記サファイア基板のまわりに配置された透明なカプセル封止樹脂と、前記エピタキシャル層の上に配置される樹脂及び前記透明なカプセル封止樹脂を含むYAG/Gd:Ce蛍光物質

と、前記エピタキシャル層に接続されて、前記エピタキシャル層に付勢し、光を放出させる入力端子が含まれている、半導体装置。

【0037】(実施態様15) 前記透明なカプセル封止樹脂が、前記エピタキシャル層の上に配置され、樹脂を含む前記蛍光物質が、前記透明なカプセル封止樹脂によって前記エピタキシャル層から間隔をあけて配置されることを特徴とする、実施態様14に記載の半導体装置。

【0038】(実施態様16) 前記蛍光物質を含む樹脂の上に配置された保護層が含まれることを特徴とする、実施態様14に記載の半導体装置。

【0039】(実施態様17) 前記入力端子の1つが、前記サファイア基板上において前記エピタキシャル層用のリフレクタを形成することを特徴とする、実施態様14に記載の半導体装置。

【0040】(実施態様18) 前記サファイア基板を配置した装置基板が含まれることを特徴とする、実施態様14に記載の半導体装置。

【0041】(実施態様19) 前記エピタキシャル層が、前記蛍光物質を含む樹脂によって部分的に別の波長に変換されて、均一な白に見える光を生じることになる、所定の波長の光を放出することを特徴とする、実施態様14に記載の半導体装置。

【0042】(実施態様20) 前記エピタキシャル層が、青色光を生じることと、前記YAG/Gd:Ce蛍光物質を含む樹脂が、前記青色光の大部分に反応して、緑色及び赤色光を放出することと、前記YAG/Gd:Ce蛍光物質を含む樹脂が、それから放出される前記緑色及び赤色光と、それを通る前記残りの青色光から白に見える光を生じることとを特徴とする、実施態様14に記載の半導体装置。

【0043】

【発明の効果】以上のように、本発明を用いると、透明スペーサによって被われた発光ダイオードを備えているので、蛍光材料がより均一に照明され、一定して均一な白色光LEDが得られる。これによって、黄色及び/または青色光を放出する、白色半導体灯に関する問題が解消される。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のLEDランプの断面図である。

【図2】先行技術によるLED及びそのカプセル封止システムの拡大図である。

【図3】本発明のカプセル封止システムを備えたLEDの拡大図である。

【図4】本発明のカプセル封止システムを利用した、表面実装装置におけるLEDの拡大図である。

【符号の説明】

10: LEDランプ

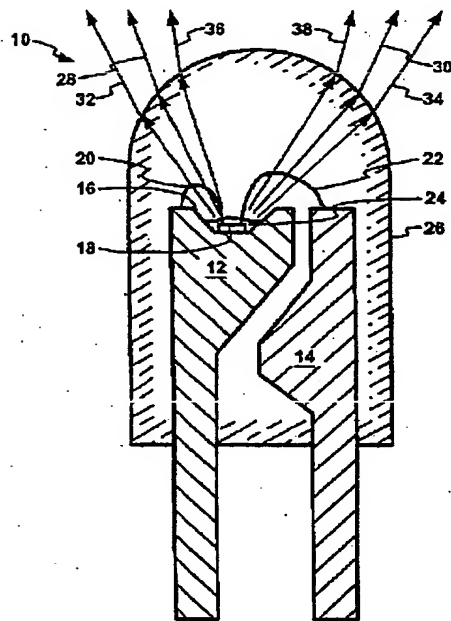
12、14: リード・フレーム

16: 凹型反射領域

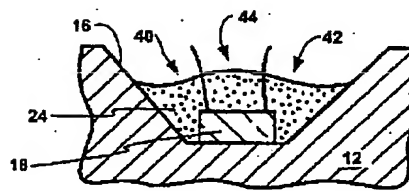
18 : LED
 20、22 : ワイヤ・ボンド
 24 : 蛍光材料
 26 : カプセル封止エポキシ樹脂
 28、30 : 環状青色リングの光線
 32、34 : 外側黄色環状リングの光線
 36、38 : 内側黄色環状リングの光線
 40、42 : 薄い領域

44 : 厚い領域
 50 : 透明スペーサ
 52 : 蛍光材料
 60 : LED
 62 : 表面実装装置の装置基板
 64 : 透明スペーサ
 66 : 蛍光材料の層
 68 : カプセル封止層

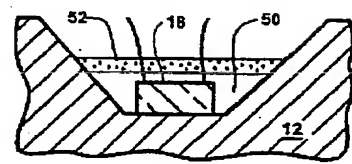
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

